

#6
ne
JAP
RAB
11/9/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Motoo KOYAMA, et al.

Application No.: 09/836,430

Group Art Unit: 2875

Filed: April 18, 2001

Examiner: Unassigned

For: OPTICAL APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS, AND EXPOSURE METHOD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-110910

Filed: April 10, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: July 31, 2001

By: David M. Pitcher

David M. Pitcher
Registration No. 25,908

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

創策 76



本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 4月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-110910

出 願 人

Applicant(s):

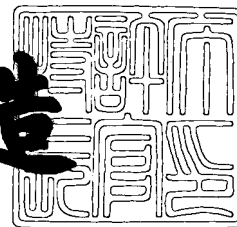
株式会社ニコン

RECEIVED
JUL 31 2001
TC 2.000 FULL ROOM

2001年 5月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3050229

【書類名】 特許願

【整理番号】 01-00320

【提出日】 平成13年 4月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

【氏名】 小山 元夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

【氏名】 加藤 正紀

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン
内

【氏名】 柴野 秀史

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代表者】 吉田 庄一郎

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-118026

【出願日】 平成12年 4月19日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005223

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学装置、露光装置、および露光方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長依存性を持った光学特性を有する薄膜が光学面上に形成された光学装置において、

所定の波長帯域における前記波長依存性を抑圧する抑圧部を備えることを特徴とする光学装置。

【請求項 2】 前記抑圧部は、前記光学装置中の前記光学面とは別の光学面上に形成されることを特徴とする請求項 1 記載の光学装置。

【請求項 3】 前記抑圧部は、前記別の光学面上に形成される薄膜であることを特徴とする請求項 2 記載の光学装置。

【請求項 4】 前記薄膜の前記光学特性は、反射率または透過率であることを特徴とする請求項 1～3 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 5】 前記抑圧部は、垂直入射から斜入射になるのに伴って、短波長側の反射率が増加し、且つ、長波長側の反射率が減少する反射率特性を有することを特徴とする請求項 1 記載の光学装置。

【請求項 6】 前記抑圧部の反射率の波長特性は、該波長特性の 1 次微分値が正である第 1 領域を短波長側に有し、かつ前記波長特性の 2 次微分値が負である領域を前記第 1 領域よりも長波長側の第 2 領域に有する特性であることを特徴とする請求項 1～5 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 7】 前記所定の波長帯域は、前記第 1 領域と第 2 領域との間であることを特徴とする請求項 6 記載の光学装置。

【請求項 8】 前記所定の波長帯域の中心波長を λ とし、前記所定の波長帯域の幅を $\Delta\lambda$ とするとき、

$$0.05 \geq \Delta\lambda / \lambda$$

を満足することを特徴とする請求項 1～7 の何れか一項に記載の光学装置。

【請求項 9】 照明されたマスク上に形成された所定パターンをワーク上へ転写する露光装置において、

請求項 1～8 の何れか一項に記載の光学装置を備えることを特徴とする露光装

置。

【請求項 1 0】 前記照明光を供給するための光源を備え、
該光源は少なくとも 2 つの輝線を含む照明光を供給し、
前記少なくとも 2 つの輝線は前記所定の波長帯域内となることを特徴とする請求項 9 記載の露光装置。

【請求項 1 1】 光源からの照明光に基づいて前記マスクを照明するための照明光学系と、前記マスクのパターン像をワーク上に形成する投影光学系とを備え、

前記抑圧部は、前記照明光学系及び前記投影光学系の少なくとも何れか一方に設けられることを特徴とする請求項 9 または 1 0 記載の露光装置。

【請求項 1 2】 請求項 9 ～ 1 1 の何れか一項に記載の露光装置を用いて前記マスク上の前記パターンを前記ワーク上に形成することを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は光学薄膜を備えた光学装置に関し、特に広波長域にわたり良好な波長特性を有する光学装置に関する。さらに、本発明は、当該光学装置を備えた露光装置及び露光方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

露光装置等にはレンズ（光学装置）が組み込まれているが、レンズにおける光の漏れを無くすために、一般的にレンズには反射防止膜を形成する。そして、この反射防止膜によって、使用波長域内においてできるだけ反射率を低減させる試みがなされていた。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の光学装置には、次のような問題があった。すなわち、光学装置における反射防止膜が設けられている位置では、垂直入射の光束のみ

ならず斜入射光束も存在する。この斜入射光束は、視野または照射における周辺部に達する光束に対応する。そして、従来の反射防止膜では、視野または照射における周辺部の光エネルギーが中心部に対して低下するという問題点があった。つまり、従来の反射防止膜（または反射増加膜）では、広い波長域の光に対して、視野全体における透過率ムラや照野全体における照明ムラ等のエネルギー伝達ムラが発生する問題点があったのである。

【 0 0 0 4 】

そこで、本発明は、広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達特性（反射率特性、透過率特性）を実現できる光学装置、これを備えた露光装置、および露光方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、本発明は、波長依存性を持った光学特性を有する薄膜が光学面上に形成された光学装置において、所定の波長帯域における前記波長依存性を抑圧する抑圧部を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

抑圧部によって反射防止膜等の薄膜の波長依存性を抑圧することで、広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達特性を実現することができる。

また、本発明の光学装置において、前記抑圧部は、前記光学装置中の前記光学面とは別の光学面上に形成してもよい。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の光学装置において、前記抑圧部は、前記別の光学面上に形成される薄膜としてもよい。

さらに、本発明の光学装置において、前記薄膜の光学特性は反射率または透過率であることが好ましい。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の光学装置において、前記抑圧部の反射率の波長特性は、該波長特性の 1 次微分値が正である第 1 領域を短波長側に有し、かつ前記波長特性の 2

次微分値が負である領域を前記第 1 領域よりも長波長側の第 2 領域に有する特性であることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

本発明者らは、鋭意研究によって、従来の光学装置の薄膜では、斜入射光束に対する特性は、垂直入射光束に対する特性と比較して、長波長側での反射率が短波長側での反射率と比較して増加してしまう傾向にあることを見出した。そして、上記本発明の構成を採用することで、抑圧部の反射率特性は、垂直入射から斜入射になるのに従って、短波長側の反射率が増加し、且つ長波長側の反射率が減少することになる。これにより、広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達特性を図ることができる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の光学装置においては、前記所定の波長帯域を前記第 1 領域と第 2 領域との間の近傍とすることが好ましく、前記第 1 領域と第 2 領域との間とすることがさらに好ましい。

また、本発明の光学装置において、前記所定の波長帯域の中心波長を λ とし、前記所定の波長帯域の幅を $\Delta \lambda$ とするとき、

$$0.05 \geq \Delta \lambda / \lambda \quad (1)$$

を満足することが好ましい。この場合、さらに前記所定の波長帯域の幅 $\Delta \lambda$ は 10 nm 以上であることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の光学装置において、前記抑圧部が設けられる前記別の光学面へ入射する光線の入射角度の最大角度を 5° 以上してもよい。

また、本発明の露光装置は、照明されたマスク上に形成された所定パターンをワーク上へ転写する露光装置であって、上記光学装置を備えるものである。

【 0 0 1 2 】

本発明の露光装置によれば、上記のような広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達をできる光学装置を用いるため、ワーク上での照度分布を略均一にすることができる。

また、本発明の露光装置において、前記照明光を供給するための光源を備え、

該光源は少なくとも2つの輝線を含む照明光を供給し、前記少なくとも2つの輝線は前記所定の波長帯域内としてもよい。この場合、前記光源は放電ランプであることが好ましく、前記光源が水銀ランプであることがさらに好ましい。

【0013】

また、本発明の露光装置において、光源からの照明光に基づいて前記マスクを照明するための照明光学系と、前記マスクのパターン像をワーク上に形成する投影光学系とを備え、前記抑圧部を前記照明光学系及び前記投影光学系の少なくとも何れか一方に設けるように構成してもよい。

【0014】

また、本発明の露光方法は、上記本発明の露光装置を用いて前記マスク上の前記パターンを前記ワーク上に形成することを特徴とする。

本発明の露光方法によれば、上記のような広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達をできる光学装置を用いるため、ワーク上での照度分布を略均一にすることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る光学装置、露光装置、及び露光方法の好適な実施形態を詳細に説明する。図1においては、マスクMおよびワークWがXY平面に沿って配置され、XY平面のうち走査方向をX方向、X方向と直交する非走査方向をY方向とし、XY平面に直交する方向をZ方向として説明する。

【0016】

本実施形態の投影露光装置は、後述する照明装置によりマスクM上の複数の照明領域IAA、IAB、IACを照明し、これら複数の照明領域IAA～IACのそれぞれに対応して配置された複数の投影光学系PLA、PLB、PLCにより、複数の照明領域IAA～IAC内のマスクMのパターンの正立正像をワークW上の投影領域PAA、PAB、PAC内に形成するものである。

【0017】

図1に示すように、投影領域PAA～PACは、平面視台形状であり、Y方向に沿って隣り合う領域どうし（例えばPAAとPAB、PABとPAC）が図の

X方向に所定量変位するように、且つ隣り合う領域の端部同士がY方向に重複するように、Y方向に沿って並列配置されている。なお、上記各投影光学系P L A～P L Cも各投影領域P A A～P A Cの配置に応じてX方向に所定量変位すると共にY方向に重複して配置されている。

【 0 0 1 8 】

これらの各投影領域P A A～P A CがワークW上を走査することにより、ワークW上には、投影領域P A Aによる露光領域、投影領域P A Bによる露光領域、及び投影領域P A Cによる露光領域が実質的に同時に形成される。

また、マスクステージM Sは、不図示の駆動装置によってX方向に移動自在とされている。このマスクステージM S上の端縁には、直交する方向に移動鏡3 1 a、3 1 bがそれぞれ設置されている。移動鏡3 1 aにはレーザ干渉計3 2 aが対向して配置されている。また、移動鏡3 1 bにはレーザ干渉計3 2 bが対向して配置されている。

【 0 0 1 9 】

これらのレーザ干渉計3 2 a、3 2 bがそれぞれ移動鏡3 1 a、3 1 bにレーザ光を射出して当該移動鏡3 1 a、3 1 bとの間の距離を計測することにより、マスクステージM SのX方向の移動距離及び走査時のマスクステージM Sの回転量を検出することが可能になっている。そして、レーザ干渉計3 2 a、3 2 bの出力によってマスクステージM Sの位置をモニターし、上記駆動装置をサーボ制御することでマスクステージM Sを所望の位置へ移動することができるようになっている。

【 0 0 2 0 】

ワークステージW Sは、不図示の駆動装置によってX方向、Y方向、Z方向にそれぞれ移動自在になっている。このワークステージW Sの端縁には、直交する方向に移動鏡3 3 a、3 3 bがそれぞれ設置されている。移動鏡3 3 aにはレーザ干渉計3 4 aが対向して配置されており、移動鏡3 3 bにはレーザ干渉計3 4 bが対向して配置されている。

【 0 0 2 1 】

これらのレーザ干渉計3 4 a、3 4 bがそれぞれ移動鏡3 3 a、3 3 bにレー

ザ光を射出して当該移動鏡 3 3 a、3 3 b との間の距離を計測することにより、ワークステージ W S の X 方向・Y 方向の移動距離、及び走査時のワークステージ W S の回転量を検出することが可能になっている。そして、レーザ干渉計 3 4 a、3 4 b の出力によってワークステージ W S の位置をモニターし、上記駆動装置をサーボ制御することでワークステージ W S を所望の位置へ移動することができるようになっている。

【 0 0 2 2 】

次に、本実施形態の照明装置について説明する。図 1 に示すように、本実施形態の照明装置は、1 つの光源 1 1 と、当該光源 1 1 からの光を 3 分岐するライトガイド 4 0 と、ライトガイド 4 0 の複数の射出端からの光をそれぞれの光軸 A x A、A x B、A x C に沿ってマスク M 上の照明領域 I A A ~ I A C へ導く複数の照明光学系と、を備えるものである。

【 0 0 2 3 】

なお、図 1 では、ライトガイド 4 0 が有する複数の射出端のうちの 2 つの射出端 4 2 A、4 2 C のみを図示し、複数の照明光学系も光軸 A x A に沿って配置されるものしか図示していない。ただし、ライトガイド 4 0 が有する複数の射出端は、光軸 A x B、A x C 上にも配置されており、これらの光軸 A x B、A x C 上には、光軸 A x A に沿って配置される照明光学系と等価な照明光学系が配置されている。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、光軸 A x A に沿って配置される照明光学系の光路図である。以下の説明においては、光軸 A x A に沿って配置される照明光学系について代表して説明し、光軸 A x B、A x C に関する照明光学系の説明は省略する。

図 2 において、例えば超高压水銀ランプ等からなり、g 線 (4 3 6 nm)、h 線 (4 0 5 nm) 及び i 線 (3 6 5 nm) の 3 つの輝線を含む光を供給する光源 1 1 が、楕円鏡 1 2 の第 1 焦点位置に配置されており、光源 1 1 からの光は楕円鏡 1 2 の第 2 焦点位置に集光し、この位置に光源像を形成する。楕円鏡 1 2 の第 2 焦点位置の近傍には、ライトガイド 4 0 の入射端 4 1 が位置決め固定されている。このライトガイド 4 0 は、ランダムに束ねられた複数の光ファイバーを有し

、これらの光ファイバーの入射端が一つにまとめられ、射出側が複数（本実施形態では3つ）にまとめられている。従って、ライトガイド40の入射端41から入射した光束は、3つの射出端（図1では射出端42Aのみ図示）からほぼ均等に射出する。

【0025】

ライトガイド40の射出端42Aから射出される光は、この射出端42Aの近傍に前側焦点が位置決めされたインพุットレンズ群14Aを介してほぼ平行光束に変換される。この平行光束がフライアイレンズ16Aに入射することにより、フライアイレンズ16Aの射出面には面光源（2次光源）が形成される。この2次光源位置には図示なき照明開口絞りが配置される。

【0026】

2次光源からの光は、この2次光源が形成される位置に前側焦点が位置決めされたコンデンサレンズ系17により集光され、照明領域IAA（投影領域PAA）とほぼ相似形状である等脚台形状の開口部を有する照明視野絞りIFSを重疊的に照明する。

【0027】

照明視野絞りIFSを通過した光束は、照明視野絞りIFSとマスクMのパターン面（ワークW面）とを光学的に共役にする照明視野絞り結像光学系19aA、19bA、及び照明視野絞り結像光学系内に配置された光路折り曲げ鏡FLAを通過してマスクM上に達する。このとき、マスクM上には、照明視野絞りIFSの開口部の像である照明領域IAAが形成される。

【0028】

なお、本実施形態では3組の投影光学系を用いたが、投影光学系の数（照明領域の数、投影領域の数）は3組には限られず、例えば5組、7組等の複数組の投影光学系を用いることができる。また、本実施形態では、1つの光源からの光を複数の光束に分岐したが、光源の数は1組には限られず、例えば特開平8-17223号公報や特開平10-199800号公報に開示されるような複数の光源からの光を複数の光束に分岐するものも適用できる。また、本実施形態における投影光学系としては、例えば特開平8-211294号公報、特開平8-255746号公報、特開平11-329935

号公報、特開2000-39557号公報に開示されているものを用いることができる。

【0029】

さて、本実施形態では、以下に示す特性を有する反射防止膜（抑圧部）をフライアイレンズ16A（16B，16C）よりもワークW側のレンズ面のうちの数面のレンズ面に設けており、従来の反射防止膜をそれ以外のレンズ面に設けている。

【0030】

例えば、図3に示すように、コンデンサレンズ17Aの光源11側のレンズ面（光学面）22には、従来の反射防止膜22が形成され、別のレンズ面には抑圧部としての反射防止膜20が形成されている。従来の反射防止膜22は、波長依存性を持った光学特性を有する薄膜であり、反射防止膜20は、所定の波長領域における反射防止膜22の上記波長依存性を抑圧する、換言すれば補正する薄膜である。

【0031】

ここで、図4を参照して、本実施形態で用いる反射防止膜20の説明に先立ち、従来のレンズに形成されている反射防止膜22の光学特性（反射率の波長特性）について説明する。図4において、縦軸は反射率R（％）を示し、横軸は波長 λ （nm）を示す。また、反射防止膜22に対して垂直入射する光線の特性を図中実線で示し、薄膜に対して斜入射する光線の特性を図中破線で示す。そして、 λ_0 は基準波長、 λ_1 は使用波長域における短波長側の波長、 λ_2 は使用波長域における長波長側の波長をそれぞれ示す。図4に実線で示すように、従来の反射防止膜22では、使用波長域内において、できるだけ反射率を低減させるような波長特性としていた。

【0032】

そして、本発明者らは、斜入射光束に対する特性が垂直入射光束に対する特性と比べて短波長側へシフトするため、図4に示したような単純にフラットな特性を持つ反射防止膜では、長波長 λ_2 での反射率が短波長 λ_1 での反射率と比較してより増加する傾向にあることに着目した。

【0033】

ここで、コンデンサレンズ 1 7 A における反射防止膜 2 2 が設けられている位置では、垂直入射の光束のみならず斜入射光束も存在する。この斜入射光束は、視野における周辺部に達する光束に対応する。従って、反射防止膜 2 2 では、視野における周辺部では波長によって反射率が大きく異なり、本発明者らは、このことが、従来のレンズにおいて、広い波長域の光に対して視野全体における透過率ムラ等のエネルギー伝達ムラを引き起こしていることを見出した。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、本実施形態の反射防止膜 2 0 の反射率特性を示す図である。図 5 において、縦軸は反射率 R (%) を示し、横軸は波長 λ (nm) を示す。また、図 5 において、反射防止膜に対して垂直入射する光線の特性を図中実線で示し、薄膜に対して斜入射する光線の特性を図中破線で示している。そして、 i は i 線 ($\lambda = 365 \text{ nm}$) を示し、 h は h 線 ($\lambda = 405 \text{ nm}$) を示し、 g は g 線 ($\lambda = 436 \text{ nm}$) を示す。

【 0 0 3 5 】

図 5 に示すように、本実施形態の反射防止膜の反射率特性は、この反射率特性の 1 次微分値が正である第 1 領域 $S 1$ を短波長側に有し、2 次微分値が負である第 2 領域 $S 2$ を上記第 1 領域 $S 1$ よりも長波長側に有する。そして、本実施形態における使用波長域 (g 線 $\sim i$ 線) は、これら第 1 領域 $S 1$ と第 2 領域 $S 2$ との間の領域近傍に設定される。ここで、使用波長域を第 1 領域 $S 1$ と第 2 領域 $S 2$ との間に設定することが一番好ましい。

【 0 0 3 6 】

言い換えると、反射防止膜 2 0 の反射率特性は、垂直入射から斜入射になるのに従って短波長側の反射率が増加し、かつ長波長側の反射率が減少するような特性である。すなわち、短波長側における垂直入射の反射率をできるだけ低くなるような、かつ長波長側の垂直入射の反射率を当該波長の周辺の波長に対して大きくなるような特性である。

【 0 0 3 7 】

このような特性に設定された反射防止膜 2 0 を、図 3 に示したように従来の反射防止膜 2 2 が設けられた光学装置の一部のレンズ面に適用することにより、従

来の反射防止膜 2 2 のように斜入射になるのに従って長波長側での反射率が短波長側での反射率よりも増加する特性をうち消すことが可能となる。つまり、反射防止膜 2 0 によって、反射防止膜 2 0 の波長依存性を抑制することができる。

【 0 0 3 8 】

尚、このような反射防止膜 2 0 は、公知の薄膜形成方法によって作製することができる。このような薄膜形成方法は、例えば"Thin Film Optical Filters", H. A. MacLeod, 3rd ed., IOP Publishing に記載されている。

また、図 6 に示すように、使用波長域の短波長端を第 1 領域 S 1 を越えてわずかに短波長側に設定し、使用波長域の長波長端を第 2 領域を越えてわずかに短波長側に設定すれば、実用上の効果を得ることができ、使用波長域の拡大も図ることが可能である。このように、使用波長域の両端は反射特性を示す曲線の極値となる位置と一致している必要はなく、第 1 領域 S 1 および第 2 領域 S 2 の近傍にあればよい。具体的には、波長の $\pm 3\%$ 、好ましくは $\pm 2\%$ の範囲に位置していればよい。例えば、第 1 領域 S 1 の極値が 365 nm の場合、波長の $\pm 3\%$ として $365 \pm 11\text{ nm}$ が使用波長域の下限となればよい。

【 0 0 3 9 】

次に、図 7 及び図 8 を参照して本実施形態と従来例との比較結果を示す。図 7 は、図 5 に示した反射率特性を有する反射防止膜 2 2 を図 1 及び図 2 に示した露光装置の光学系の一部のレンズ面に適用（残りは従来（図 4）の反射率特性）した場合のワーク W 上での照度分布を示し、図 8 は、図 4 に示した反射率特性を有する反射防止膜を図 1 及び図 2 に示した露光装置の光学系の全てのレンズ面に適用した場合のワーク W 上での照度分布を示す。なお、図 7 及び図 8 は、マスク M の透過率分布が均一なものである場合のワーク上での照度分布を示している。

【 0 0 4 0 】

図 7 及び図 8 において、縦軸は照度不均一性（％）を示し、横軸はワーク上での像高を示す。また、図 7 及び図 8 において、i は i 線、h は h 線、g は g 線、Ave. は全ての波長の平均値（但し各波長毎にウエイトをつけてある）を示す。

【 0 0 4 1 】

なお、図 2 より明らかな通り、破線で示す光軸外の位置に像を形成する軸外光束と、実線で示す光軸上の位置に像を形成する軸上光束とを比較すると、軸外光束は軸上光束よりも屈折面に対して斜入射で入射する光束の割合が圧倒的に多い。

【 0 0 4 2 】

従って、斜入射になるのに従って長波長側での反射率が短波長側での反射率よりも増加する特性の反射防止膜のみ、すなわち従来の反射防止膜 2 2 のみの場合には、図 8 に示すように、各波長毎に照度ムラの差が大きくなり、波長によっては像面上において大きな照度ムラとなる。

【 0 0 4 3 】

一方、図 5 に示した反射率特性を有する反射防止膜を一部のレンズ面に適用すれば、図 7 に示すように、全ての使用波長域（i 線、h 線、g 線）にわたりほぼ均一な照度の像を得ることができる。このように、本実施形態の露光装置によって露光を行えば、ワーク上での照度分布を略均一にすることができる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態において、所定の波長帯域としての使用波長域の中心波長を λ とし、当該使用波長域の幅を $\Delta \lambda$ とするとき、

$$0.05 \geq \Delta \lambda / \lambda \quad (1)$$

を満足することが好ましい。

【 0 0 4 5 】

この条件式（1）は、本実施形態にかかる抑圧手法が有効な範囲を示し、使用波長域の幅が条件式（1）を満足しないような場合には、このような抑圧手法を採用する必然性は薄くなる。

また、図 5 に示した如く特性を有する反射防止膜は、光学面（屈折面、反射面、回折面等）へ入射する光束の角度範囲が 5° 以上となる光学面に設けることが好ましい。このような角度範囲が 5° 以上となる光学面に従来の反射防止膜を設けると、透過率の入射角依存性による照明ムラの影響が大きくなり過ぎるため好ましくない。なお、従来の反射防止膜の波長特性をうち消し過ぎて照明ムラを引き起こすような場合には、角度範囲が 5° 以上となる光学面の全てに本実施形態

の反射防止膜を設ける必要はなく、一部の光学面に設ければよい。

【 0 0 4 6 】

図 9 は、一方の面に上記反射防止膜 2 2 を形成し他方の面に反射防止膜 2 0 を形成したレンズに関して、実際の入射光束の波長と反射率との関係を示す図である。斜入射の最大入射角は、22 度であった。同図に示すように、短波長側（i 線付近）および長波長側（g 線付近）のいずれにおいても、垂直入射の場合と斜入射の場合において反射率はほぼ等しくなっている。

【 0 0 4 7 】

さて、上述の例では、反射防止膜に本発明を適用したが、本発明は反射防止膜には限られず反射増加膜にも適用することができる。ただし、この場合には、反射増加膜の反射率特性において反射率を R としたとき、 $(1 - R)$ の反射率特性が前述の波長特性となるように設定すれば良い。

【 0 0 4 8 】

なお、上述の各実施形態における投影露光装置を液晶表示素子やプラズマディスプレイパネル（PDP）等の表示デバイス製造の製造のリソグラフィ工程で用いる場合、ワーク W としてガラス基板を用いる。なお、上述の各実施形態における投影露光装置は、ワーク W としてウエハを用いる半導体デバイス製造のリソグラフィ工程、ワーク W としてローバーと呼ばれるバー形状の基板を用いる磁気ヘッド製造のリソグラフィ工程、ワーク W としてエポキシ樹脂等の樹脂基板を用いるプリント配線基板のリソグラフィ工程等の様々な用途のリソグラフィ工程に適用することができる。

【 0 0 4 9 】

また、上述の各実施形態では、投影光学系 PL として等倍の正立正像を形成するものを用いたが、投影光学系の倍率は縮小倍率であっても良く、また拡大倍率であっても良い。

また、上述の実施形態では、オプティカルインテグレータとして、実像からなる複数の光源像を形成するフライアイレンズを用いたが、虚像からなる複数の光源像を形成する内面反射型インテグレータ（ロッド型インテグレータ、光パイプ、光トンネル）を用いても良い。

【 0 0 5 0 】

次に、デバイス製造方法について説明する。以下の説明においては、プレート（ガラス基板）上に所定の回路パターンを形成することによって、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得る際の製造方法について述べる。以下、このときの動作の一例につき図 1 0 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 5 1 】

図 1 0 において、パターン形成工程 5 0 1 では、上記実施形態の露光装置を用いてマスクのパターンをワークとしての感光性基板（レジストが塗布されたガラス基板等）に転写露光する、所謂光リソグラフィ工程が実行される。この光リソグラフィ工程によって、感光性基板上には多数の電極等を含む所定パターンが形成される。

【 0 0 5 2 】

その後、露光された基板は、現像工程、エッチング工程、レチクル剥離工程等の各工程を経ることによって、基板上に所定のパターンが形成され、次のカラーフィルター形成工程 5 0 2 へ移行する。

次に、カラーフィルター形成工程 5 0 2 では、R (Red)、G (Green)、B (Blue) に対応した 3 つのドットの組がマトリックス状に多数配列されたカラーフィルターを形成する。そして、カラーフィルター形成工程 5 0 2 の後に、セル組み立て工程 5 0 3 が実行される。

【 0 0 5 3 】

セル組み立て工程 5 0 3 では、パターン形成工程 5 0 1 にて得られた所定パターンを有する基板、およびカラーフィルター形成工程 5 0 2 にて得られたカラーフィルター等を用いて液晶パネル（液晶セル）を組み立てる。セル組み立て工程 5 0 3 では、例えば、パターン形成工程 5 0 1 にて得られた所定パターンを有する基板とカラーフィルター形成工程 5 0 2 にて得られたカラーフィルターとの間に液晶を注入して、液晶パネル（液晶セル）を製造する。

【 0 0 5 4 】

その後、モジュール組み立て工程 5 0 4 にて、組み立てられた液晶パネル（液晶セル）の表示動作を行わせる電気回路、バックライト等の各部品を取り付けて

液晶表示素子として完成させる。

以上の製造方法によれば、例えば g 線～ i 線の広い波長帯域の露光光を用いて露光パワーを上げているにもかかわらず、この広い波長帯域に起因する照明ムラの発生が十分に低減できるため、スループット良く高精度なパターンを得ることが可能であり、ワークが大型化しても良好なるデバイス（半導体素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等）を製造することができる。

【 0 0 5 5 】

上記の実施の態様は、あくまでも本発明の技術的内容を明らかにする意図のものであって、本発明は上記の実施の態様に限定して狭義に解釈されるものではなく、本発明の精神と特許請求の範囲に述べる範囲内で、さまざまな変形をとりうる。

【 0 0 5 6 】

【発明の効果】

以上の通り本発明によれば、広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達特性（反射率特性、透過率特性）を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の投影露光装置を概略的に示す図である。

【図 2】

図 1 に示した投影露光装置の光路図である。

【図 3】

図 1 の投影露光装置に用いたコンデンサレンズを示す拡大図である。

【図 4】

従来の光学装置に用いた反射防止膜の光学特性を示す図である。

【図 5】

本発明の光学装置に用いた反射防止膜（抑圧部）の光学特性を示す図である。

【図 6】

図 5 において使用波長域をシフトさせた場合を示す図である。

【図 7】

図 5 に示した反射率特性を有する反射防止膜を図 1 及び図 2 に示した露光装置の光学系の一部に適用した場合のワーク上での照度分布を示す図である。

【図 8】

図 4 に示した反射率特性を有する反射防止膜を図 1 及び図 2 に示した露光装置に適用した場合のワーク上での照度分布を示す。

【図 9】

本発明の光学装置（レンズ）の実際の入射光束の波長と反射率との関係を示す図である。

【図 1 0】

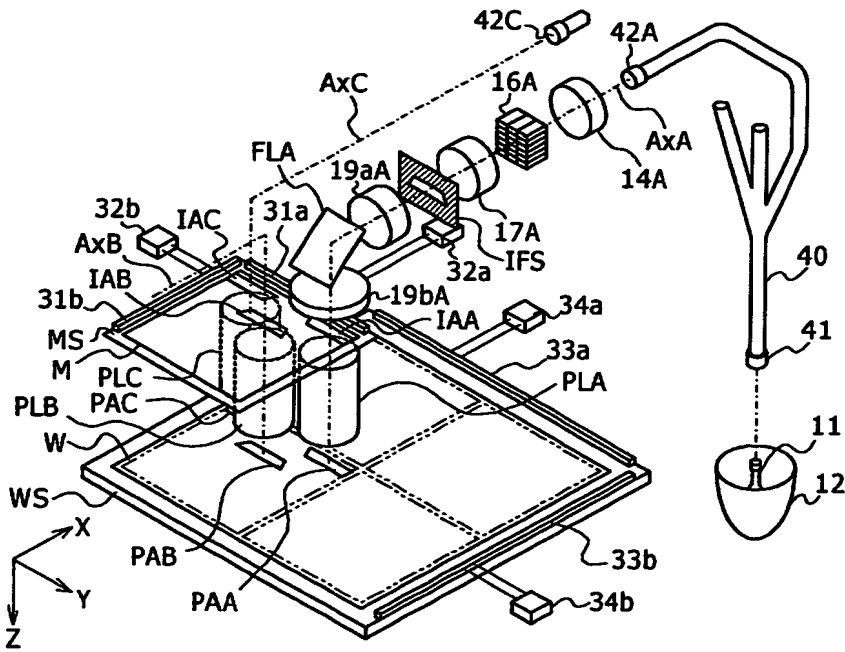
デバイス製造方法の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

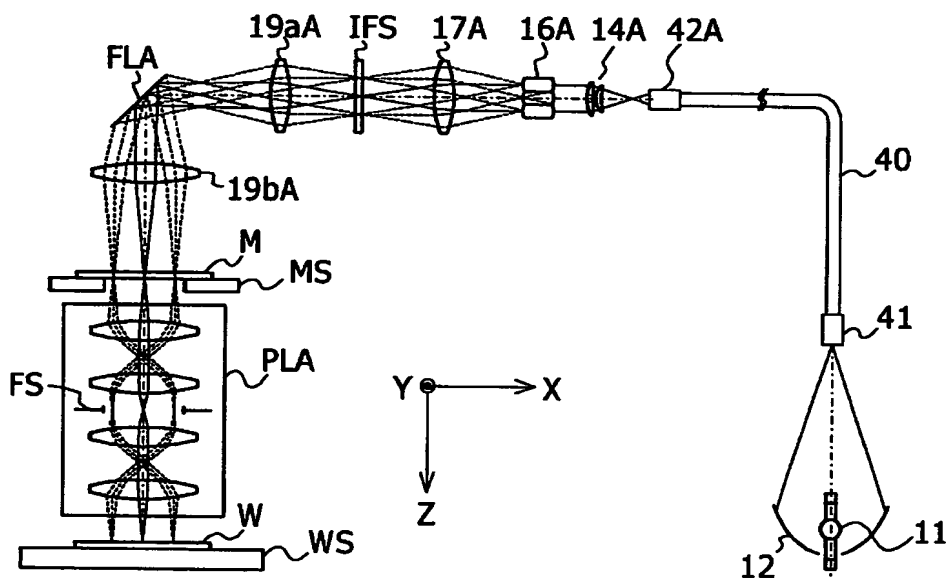
1 1 …光源、2 0 …反射防止膜（抑圧部）、2 2 …反射防止膜（薄膜）、M…マスク、W…ワーク。

【書類名】 図面

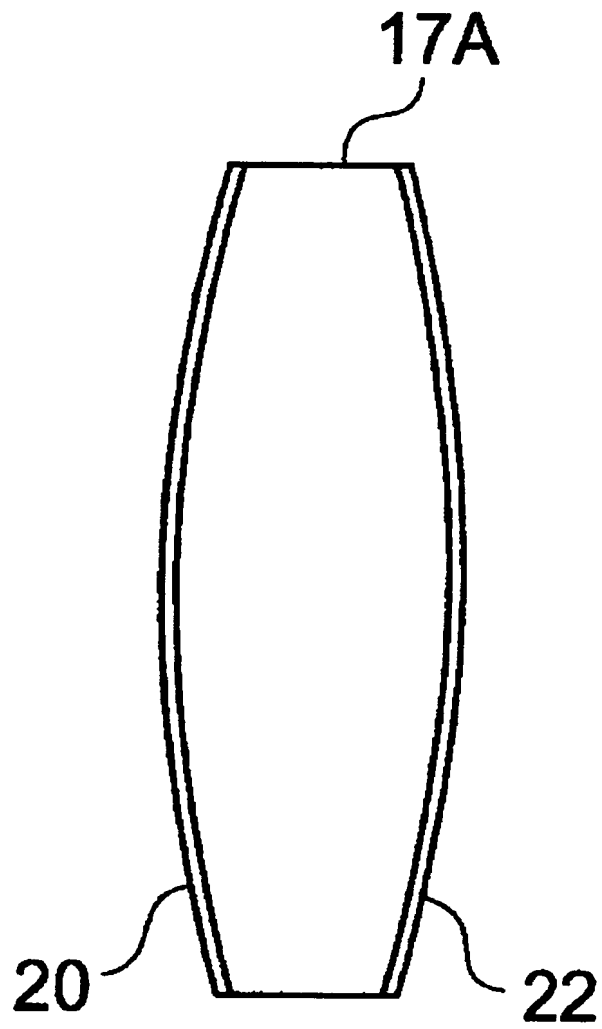
【図 1】



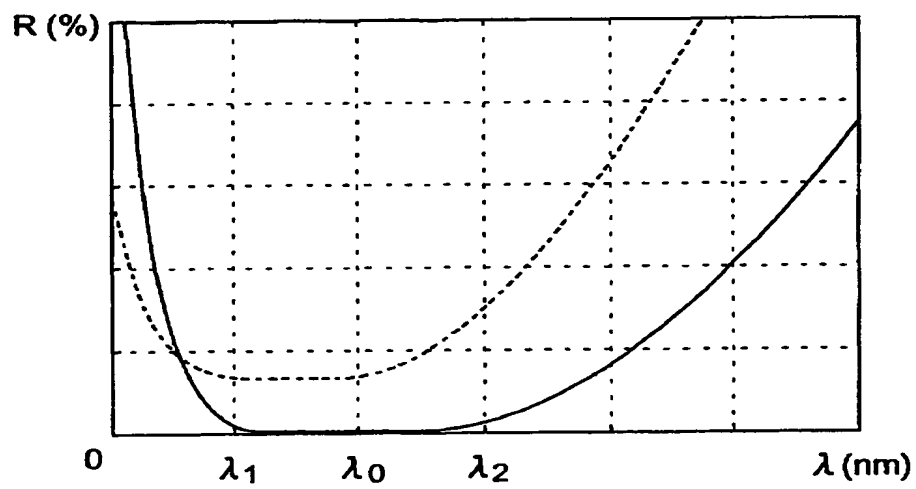
【図 2】



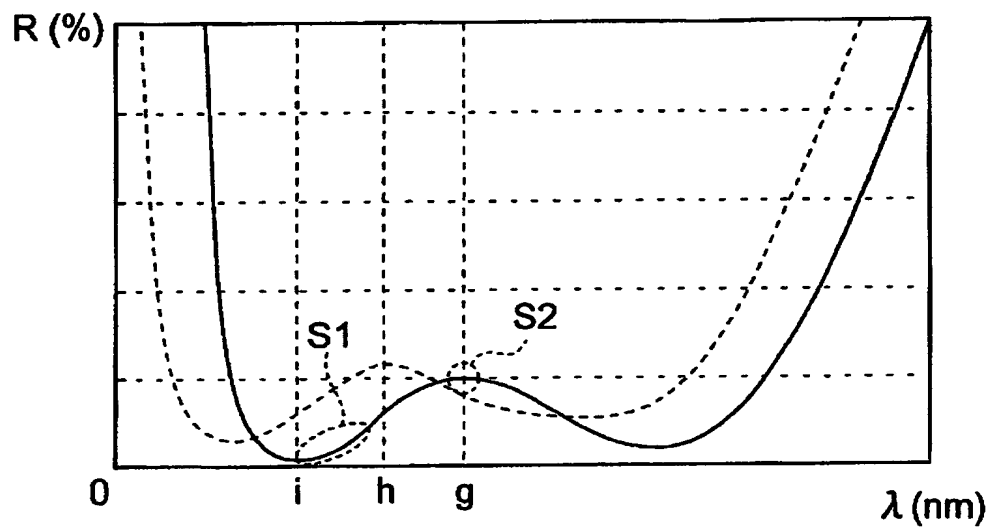
【図3】



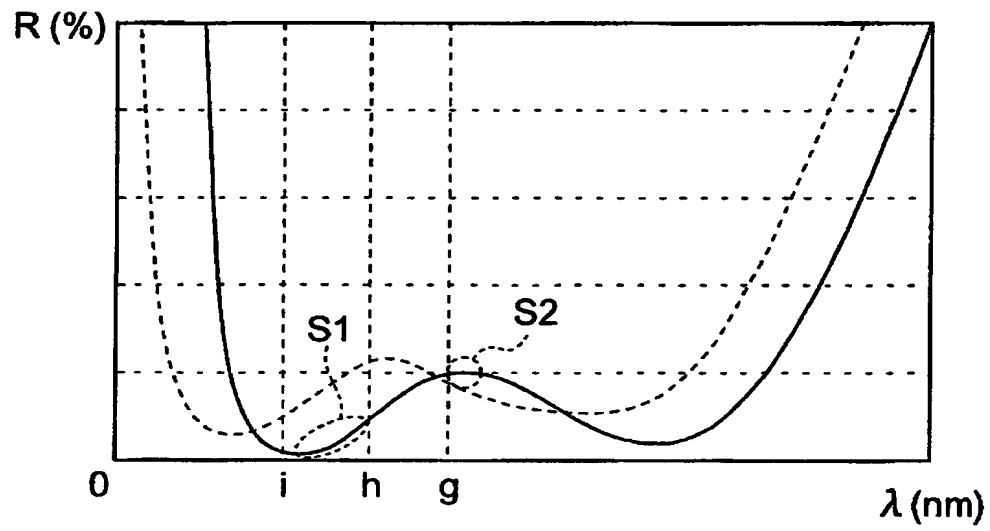
【図 4】



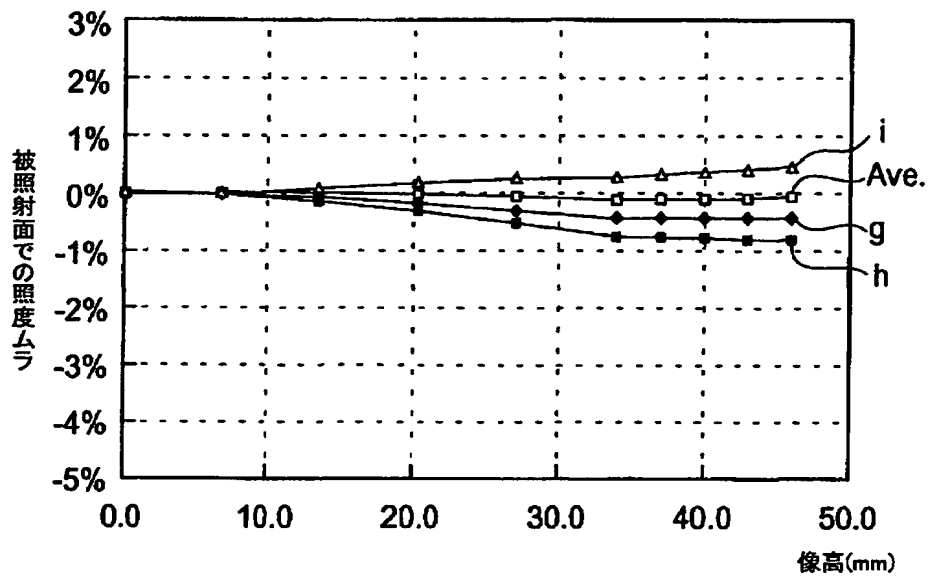
【図 5】



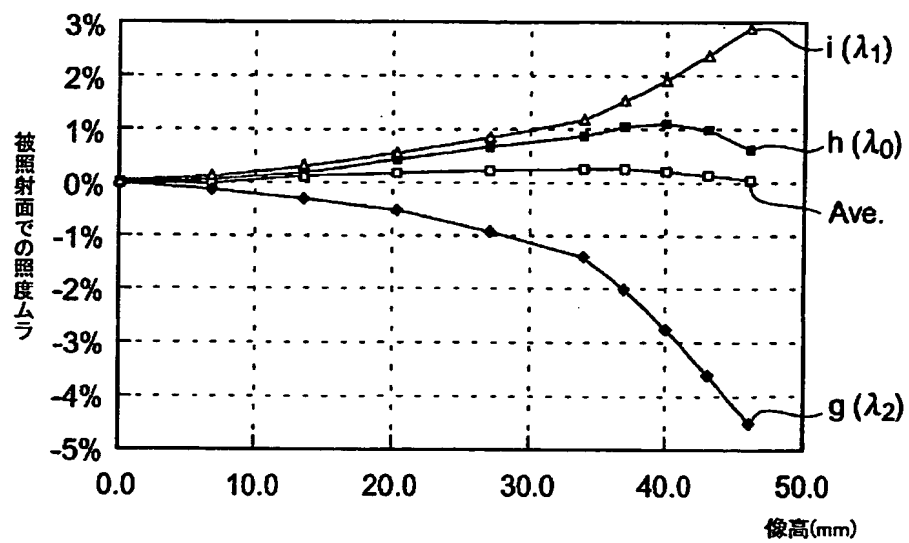
【図 6】



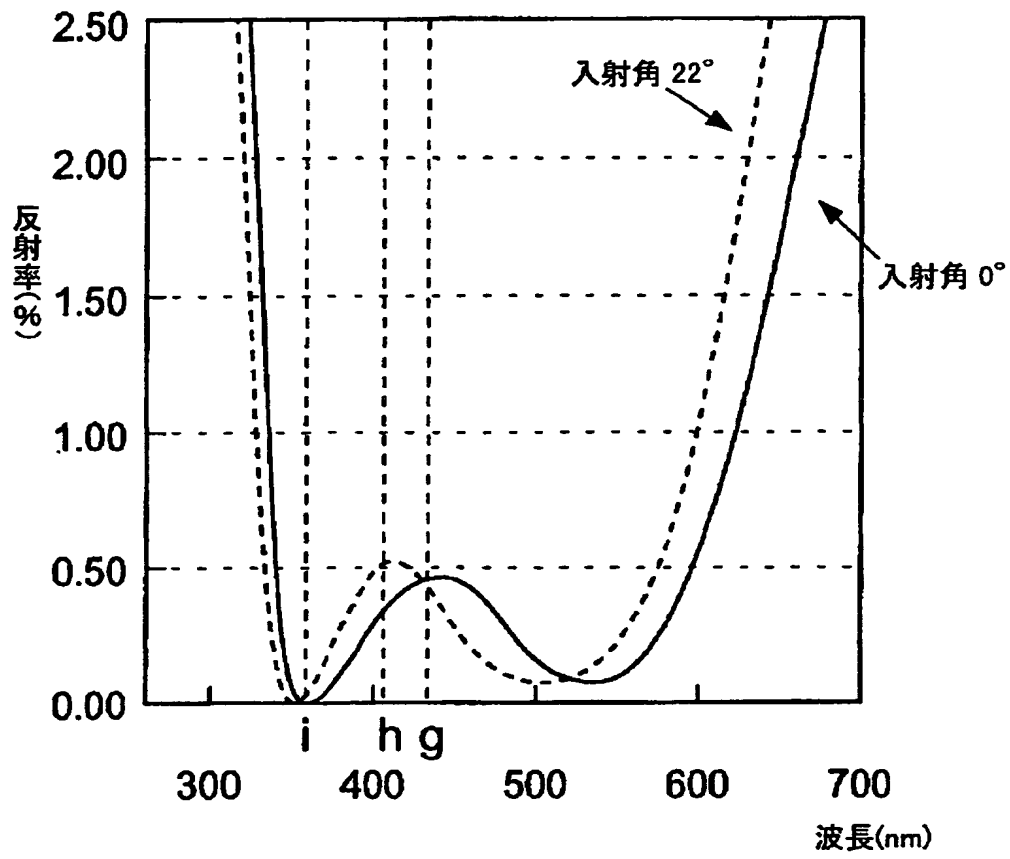
【図 7】



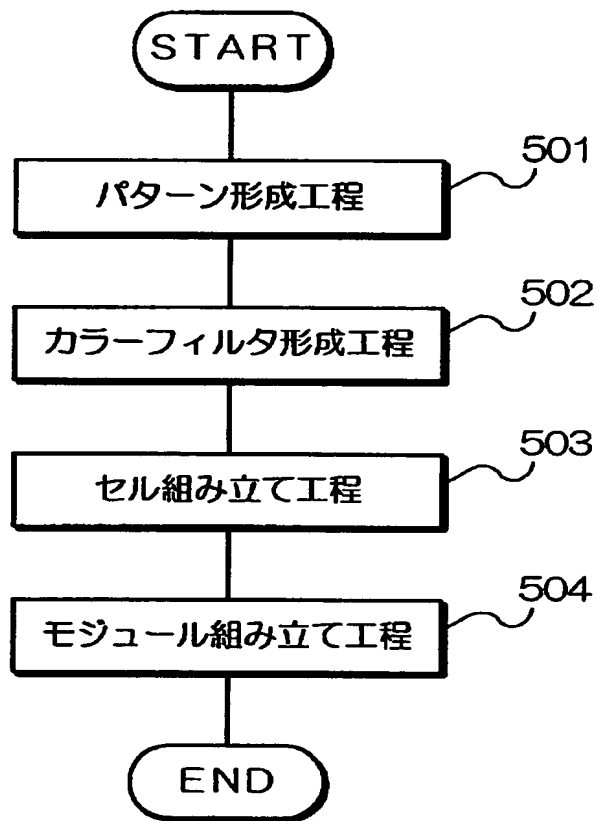
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広い波長域の光に対して視野または照野全体において良好なエネルギー伝達特性（反射率特性、透過率特性）を実現できる光学装置、これを備えた露光装置、および露光方法を提供すること。

【解決手段】 本発明は、波長依存性を持った光学特性を有する薄膜 2 2 が光学面上に形成された光学装置（1 7 等）において、所定の波長帯域における波長依存性を抑圧する抑圧部 2 0 を備える。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン